

Klaus Fuest
Peter Döring

Elektrische Maschinen und Antriebe

Lehr- und Arbeitsbuch

Mit 258 Abbildungen, zahlreichen durchgerechneten Beispielen und Übungen sowie Fragen und Aufgaben zur Vertiefung des Lehrstoffes

5., durchgesehene Auflage



Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
1 Transformator	4
1.1 Aufgaben des Transformators.....	4
1.2 Bauteile eines Transformators.....	4
1.2.1 Der Eisenkern.....	5
1.2.2.1 Kernbauart.....	5
1.2.1.2 Mantelbauart.....	6
1.2.2 Die Wicklungen.....	7
1.2.2.1 Die Scheibenwicklung.....	7
1.2.2.2 Zylinderwicklung.....	7
1.2.3 Die Kühlung.....	8
1.3 Das Betriebsverhalten des Einphasentransformators.....	8
1.3.1 Der Transformator bei Belastung.....	8
1.3.1.1 Ersatzschaltbild.....	9
1.3.1.2 Der Ersatzstromkreis.....	10
1.3.1.3 Das Zeigerdiagramm.....	13
1.3.1.4 Das Kappsche Diagramm.....	14
1.3.2 Der Transformator im Leerlaufbetrieb.....	15
1.3.2.1 Das Zeigerdiagramm im Leerlauf.....	16
1.3.2.2 Der Leerlaufversuch.....	16
1.3.3 Der Transformator bei Kurzschluß.....	18
1.3.3.1 Das Zeigerdiagramm bei Kurzschluß.....	18
1.3.3.2 Der Kurzschlußversuch.....	19
1.3.4 Der Wirkungsgrad des Transformators.....	21
1.3.5 Der Drehstromtransformator.....	22
1.3.5.1 Die Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren.....	23
1.3.5.2 Der Parallelbetrieb von Drehstromtransformatoren.....	24
1.4 Zusammenstellung der wichtigsten Formeln.....	25
1.5 Beispiele.....	26
2 Gleichstrommaschinen	32
2.1 Der Aufbau der Gleichstrommaschine.....	32
2.1.1 Der Ständer.....	32
2.1.2 Der Läufer.....	33

2.2	Die Wirkungsweise der Gleichstrommaschine	35
2.2.1	Grundlagen	35
2.2.2	Der Trommelanker.....	36
2.2.3	Der Motorbetrieb	37
2.2.4	Der Generatorbetrieb	39
2.2.5	Die Wendepol- und Kompensationswicklung	40
2.3	Die Grundgleichungen	42
2.3.1	Spannungen	42
2.3.2	Leistungen	42
2.3.3	Moment	42
2.3.4	Drehzahl.....	43
2.4	Das Betriebsverhalten	44
2.4.1	Schaltungsarten der Erregerwicklung	44
2.4.2	Die fremderregte Gleichstrommaschine	45
2.4.2.1	Der fremderregte Gleichstromgenerator	45
2.4.2.2	Der fremderregte Gleichstrommotor.....	46
2.4.3	Die Gleichstrom-Nebenschlußmaschine.....	54
2.4.3.1	Der Gleichstrom-Nebenschlußgenerator	54
2.4.3.2	Der Gleichstrom-Nebenschlußmotor	60
2.4.4	Die Gleichstrom-Reihenschlußmaschine	61
2.4.4.1	Der Gleichstrom-Reihenschlußgenerator.....	61
2.4.4.2	Der Gleichstrom-Reihenschlußmotor	62
2.4.5	Die Gleichstrom-Doppelschlußmaschine	67
2.4.5.1	Der Gleichstrom-Doppelschlußgenerator	68
2.4.5.2	Der Gleichstrom-Doppelschlußmotor.....	69
2.5	Zusammenstellung der wichtigsten Formeln.....	70
2.6	Beispiele.....	70
3	Drehfeld.....	78
4	Drehstrom-Asynchronmaschine.....	80
4.1	Aufbau der Asynchronmaschine	80
4.2	Wirkungsweise der Drehstromasynchronmaschine.....	81
4.3	Betriebsverhalten der DAsM.....	85
4.3.1	Die Leistungsbilanz	85
4.3.2	Das Drehmoment.....	86
4.3.3	Die Ortskurve des Ständerstromes	86
4.3.4	Die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie.....	91
4.3.5	Das vereinfachte Kreisdiagramm	92
4.4	Der Schleifringläufer mit Vorwiderständen im Läuferkreis	94
4.5	Anlaßmethode für Kurzschlußläufer	95

4.6	Drehzahlsteuerung und elektrische Bremsung	98
4.7	Zusammenstellung der wichtigsten Beziehungen	99
4.8	Beispiele.....	101
5	Drehstrom-Synchronmaschine	106
5.1	Die Bauarten der Synchronmaschine	106
5.2	Der Aufbau der Innenpolmaschine.....	107
5.3	Die Wirkungsweise der Synchronmaschine	108
5.3.1	Der Synchrongenerator	109
5.3.2	Der Synchronmotor	112
5.4	Das Betriebsverhalten der Synchronmaschine.....	113
5.4.1	Die Ortskurve des Ständerstromes	113
5.4.2	Das Drehmoment	118
5.4.3	Anlauf von Synchronmotoren.....	119
5.4.4	Der Synchronisierungsvorgang.....	119
5.5	Zusammenstellung der wichtigsten Beziehungen	120
5.6	Beispiele.....	121
6	Wechselstrommaschinen.....	126
6.1	Die Einphasen-Reihenschlußmaschine.....	126
6.2	Die Einphasen-Asynchronmaschine	127
6.3	Die Einphasen-Synchronmaschine	128
7	Elektronische Antriebstechnik	130
7.1	Einführung.....	130
7.2	Bauelemente der Leistungselektronik	131
7.2.1	Dioden	131
7.2.2	Thyristoren.....	133
7.2.3	Schutz der Dioden und Thyristoren	134
7.2.4	SIPMOS-Transistoren.....	135
7.2.5	IGBT.....	136
7.3	Betrachtungen der Leistungselektronik.....	138
7.3.1	Gleichrichterschaltungen	138
7.3.2	Ungesteuerte Gleichrichter	139
7.3.2.1	Einpulsleichrichter	139
7.3.2.2	Zweipulsleichrichter (M2, B2).....	140
7.3.2.3	Dreipulsmittelpunktschaltung (M3).....	141
7.3.2.4	Drehstrombrückenschaltung (B6).....	143
7.3.3	Gesteuerte Gleichrichter	144
7.3.3.1	Thyristor im Halbwellenbereich	144

7.3.3.2	Gesteuerter Einweggleichrichter bei ohmsch-induktiver Last	145
7.3.3.3	Gesteuerter Brückengleichrichter bei induktiv-ohmscher Last	146
7.3.3.4	Gesteuerte Dreipulsmittelpunktschaltung bei induktiv-ohmscher Last	149
7.3.3.5	Gesteuerte Drehstrombrückenschaltung bei induktiv-ohmscher Last	152
7.4	Übersicht Elektronische Antriebstechnik	153
7.5	Elektronische Steuerung von GS-Maschinen	156
7.5.1	GS-Maschinen am AC-Netz	158
7.5.1.1	Anlassen von Gleichstrom-Motoren über Stromrichter	158
7.5.1.2	Drehzahlsteuerung von Gleichstrommaschinen	160
7.5.2	GS-Maschinen am DC-Netz	165
7.5.3	Beispielaufgaben	170
7.6	Elektronische Steuerung von Drehstrom-Asynchron-Motoren	172
7.6.1	Allgemeines	172
7.6.2	Steuerung der Ständerspannung	173
7.6.3	Beeinflussung der Läufergrößen	175
7.6.4	Drehzahlsteuerung mit elektronischer Frequenzverstellung	178
7.6.4.1	Zwischenkreis-Umrichter	180
7.6.4.1.1	Stromzwischenkreis-Umrichter (I-Umrichter)	181
7.6.4.1.2	Spannungszwischenkreisumrichter	183
7.6.4.2	Direktumrichter	187
7.6.5	Beispielaufgaben	188
8	Ansteuerungen	191
9	Repetitorium	197
9.1	Verständnisfragen	197
9.2	Übungsaufgaben	205
Anhang A	Lösungen zu den Aufgaben	210
Anhang B	Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel	213
Sachwortverzeichnis		214